Aus dem physiol. Institut der Königl. Universität.
Direktor: Geh. Rat Prof. Dr. Rubner.

Beiträge zur Kenntnis der chemischen Zusammensetzung des Gehirns bei verschiedenen Tieren.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

DER

HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT

AN DER

FRIEDRICH-WILHELMS-UNIVERSITÄT

ZU BERLIN.

ACAD. LUGD. BAT. BIBL.

Von

Michael Kutanin

aus Wladimir (Russland).

Tag der Promotion: 9. August 1910.

Referent: Geh. Rat Prof. Dr. Rubner.

Hermann Blanke's Spezial-Druckerei für Dissertationen
Kl. Rosenthalerstr. 9 BERLIN C. 54 Kl. Rosenthalerstr. 9

Dem Andenken meiner Frau.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41533914_0129

Beiträge zur Kenntnis der chemischen Zusammensetzung des Gehirns bei verschiedenen Tieren.

Die Ueberzeugung, dass die psychischen Vorgänge in irgend einem gesetzmässigen Zusammenhange mit den materiellen Prozessen stehen, ist weit verbreitet und es finden sich viele bestätigende Momente dafür.

Es wäre höchst interessant, schon einen Ueberblick zu gewinnen, welche physikalisch- chemischen Vorgänge während der psychischen Tätigkeit im Gehirne sich abspielen.

Aber bis jetzt wissen wir darüber so gut wie gar nichts.

Wenn die physiologische Chemie im allgemeinen so grosse Fortschritte in den letzten Dezennien gemacht hat, so bleibt in ihrer Entwicklung das interessante Kapitel der Gehirnchemie noch immer zurück.

Es ist wohl bekannt, dass „die Chemie der Gehirnsubstanzen heute noch zu den dunkelsten Gebieten der physiologischen Chemie gehört“ (I, 2).

Welche Hindernisse stehen denn im Wege bei Gehirnerforschung? Auf diese Frage möchte ich die

Antwort wiederholen, welche Baumstark seit 25 Jahren angegeben hat: „es drängte sich vor allem die Frage auf: aus welchen Gründen besitzen wir so wenig allgemeine, als positiv wahr anerkannte Forschungsresultate über ein so vor allen anderen wichtiges Organ, wie das Gehirn es ist, trotzdem eine grosse Anzahl der bedeutendsten Forscher sich eingehendst mit demselben beschäftigt haben?“

„Ich könnte einen Grund nur in bisher nicht zu überwindenden praktischen Schwierigkeiten finden“ (3).

Alte Schwierigkeiten stehen im Wege auch neuen Arbeiten.

Nicht nur chemische Vorgänge in der Nervensubstanz, sondern auch die Zusammensetzung des Gehirns selbst ist bis jetzt noch viel zu wenig bekannt. Das wird besonders klar, wenn wir die Zusammensetzung des Gehirns bei verschiedenen Tieren vergleichen. Dann fehlen die analytischen Angaben fast völlig.

Wenn wir wissen, dass höher entwickelte Tiere im Verhältnis zu niederen Tieren ceteris paribus schwereres Hirn haben (4) und dass bei verschiedenen Tieren, besonders aber im Vergleich mit den Menschen histologische Momente des centralen Nervensystems desto zusammengesetzter sind, je höher die Intelligenz steht (5), — so wissen wir nichts darüber, welche chemischen Substanzen etwa die wichtigere Rolle spielen.

Ich will nicht sagen, dass wir im stande sind, mit jetzigen unvollkommenen Untersuchungsmethoden eine direkte Antwort zu bekommen, aber ich glaube,

dass in dieser Richtung, wie immer, die vergleichende Untersuchung von grossem Nutzen sein wird. In der folgenden Arbeit habe ich versucht, eine solche vergleichende Untersuchung in dieser Richtung auszuführen.

Gewiss, es wäre wertvoller, die zusammengesetzten Teile des Gehirns zu vergleichen, aber eine genaue Methodik dazu fehlt fast vollständig. Ich habe deswegen erst mit einfacheren Substanzen angefangen, deren Bestimmung ganz genau gemacht werden kann. Das waren die Bestimmungen des trockenen Rückstandes resp. des Wassers des Gehirns, Phosphor- und Stickstoffbestimmung. Die Wasserbestimmung habe ich zu dem Zweck ausgeführt, um nachher die Phosphor- und Stickstoffwerte auf den trockenen Gehirnrückstand umzurechnen. Es wäre vielleicht besser, die graue und weisse Substanz gesondert zu analysieren, aber eine genaue Trennung dieser Substanzen ist bekanntlich bis jetzt nicht durchführbar und deswegen müssen solche Analysen unumgänglich subjektiv und nicht vergleichbar bleiben.

Aus diesem Grunde habe ich zwar einen weniger interessanten, aber sichereren Weg eingeschlagen.

Was die Literaturangaben über Phosphor- und Stickstoffgehalt des Gehirns anbetrifft, so sind sie ganz spärlich.

Die ersten genauen Phosphorbestimmungen im Gehirne waren meines Wissens im Jahre 1854 von v. Bibra veröffentlicht (6).

v. Bibra hat sich viel bemüht, die verschiedenen Tiergehirne zu analysieren.

Aber den Phosphor hat er fast ausschliesslich im Aetherextrakte bestimmt und deshalb sind seine Resultate mit den meinigen direkt nicht zu vergleichen. Die gesamten Phosphoranalysen schliesst der genannte Autor mit folgenden Worten:

„1. Gesamtgehalt des Phosphors im Gehirnfette für den Menschen, die Säugetiere und Vögel nahebei ein gleicher ist. Er überschreitet, mit Ausnahme des einen Falles, bei der Gemse, bei welcher sich unter 3,40% ergab, nie 3,00% und sinkt nicht unter 1,0%, mit Ausnahme Falco nisus mit 0,72%.

2. Der Phosphorgehalt des Gehirnfettes der Geisteskranken überschreitet nicht die Mittelzahl, ebenso hat das Individuum mit sehr hohem Alter kein abweichendes Resultat ergeben.

3. Ganz ähnlich haben sich die Gehirne junger Individuen und der Embryone verhalten.

4. Nach den vorliegenden Untersuchungen hat das Fett der grauen Substanz etwas mehr Phosphor, als jenes der weissen Substanz.“ (S. 104) und weiter: „dass aber durch ein quantitativ verändertes Verhältnis dieser phosphorhaltigen Fette und mithin des Phosphors eine grössere oder geringere Intelligenz bedingt werde, Tobsucht, Blödsinn oder irgendwie eine Reaktion auf sogenannte geistige Kraft stattfinde, hat sich nicht ergeben“. (S. 105)

Ausser dieser speziellen Arbeit von v. Bibra habe ich nur folgende Angaben über Phosphorgehalt des Gehirns gefunden.

Im Schafgehirn fand Kossel (7) 1,123% P_2O_5 oder 0,3552% P in frischer Gehirnsubstanz. Petrows-

ky (8) hat für trockene graue Substanz 3,3942% P_2O_5 gefunden und etwas weniger für getrocknete weisse Substanz: 2,7654% P_2O_5.

Gutnikow (9) bestimmte auch den Phosphorgehalt in grauer und weisser Substanz des Menschengehirns. Nach seinen Analysen beträgt der Phosphorgehalt in der getrockneten grauen Substanz 1,21% P und in getrockneter weisser 1,14% P.

Baumstark (10) berechnet Phosphor für frisches Gehirn auf etwa 0,3470% P und für trockenen Rückstand auf 1,2979% P.

Ferner hat Moraczewsky (11) mehrere Bestimmungen des Phosphors gemacht. Er hat nur Menschengehirn untersucht. Die Zahlen für frisches Gehirn schwankten zwischen 0,246% und 0,291% P.

Für trockene Substanz sind dagegen die Schwankungen sehr gross: von 0,97% bis 3,98% P. Worin die Ursache so grossen Unterschiedes liegt, ist für mich vollständig unklar.

Seit dem Jahre 1902 existiert eine ganz neue und bessere Methode für quantitative Phosphorbestimmung, die von dem früh verstorbenen Dr. Neumann angegeben worden ist (12, 13). Nach dieser Methode sind schon zahlreiche Phosphorbestimmungen ausgeführt worden, aber das Gehirn war wieder sehr wenig analysiert.

Dr. Kohn (14) hat 13 Menschengehirne auf Phosphorgehalt untersucht. Er fand für trockene Gehirnsubstanz ziemlich konstante Menge des Phosphors. „Am meisten Gleichmässigkeit, — so resultiert Kohn seine Phosphoranalysen, — zeigt der Phosphorgehalt der Gehirne. Die Werte schwanken zwischen 1,50%

und 1,69% trock. Substanz, also innerhalb nicht sehr weiter Grenzen“ (S. 1988).

Weiter bemerkt der genannte Autor, dass „die niederen Werte mehr auf die älteren, die höheren ausschliesslich auf die jüngeren entfallen.“ Diese letzte Bemerkung, wie ich weiter zeigen will, konnte ich für verschiedene Tiergehirne bestätigen. Ausser oben genannten Angaben über Phosphorgehalt des Gehirns kann ich noch ein paar Zahlen aus der Arbeit von Fleischer (15) zitieren.

Er fand in der grauen Substanz des Hundegehirns 0,62—0,70% P, im Mittel 0,66% oder auf trockenen Rückstand berechnet 1,431%—1,886% P, im Mittel 1,622%.

Das sind alle Daten, welche ich überhaupt auffinden konnte.

Im allgemeinen kann man sagen, dass alle angeführten Zahlen von einander nicht stark differieren. Das Minimum für trockene Substanz finden wir bei Moraczewsky (7) (0,97%) und Maximum auch in derselben Arbeit (3,98%). Sonst schwanken die Werte immer zwischen 1,10% und etwa 2,00%.

In der grauen Substanz scheint etwas mehr Phosphor zu sein, als in der weissen (Petrowsky, Gutnikow).

Was die Stickstoffbestimmungen im Gehirn betrifft, so sind sie noch spärlicher als diejenigen des Phosphors. Jacksch (16) hat sich in seiner Arbeit über den Stickstoffgehalt des menschlichen Gehirns bemüht, folgende Fragen zu lösen:

1. „Bestehen Differenzen im Stickstoffgehalt zwi-

schen dem Frontallappen der rechten und linken Gehirnhemisphäre?“

2. „Gibt es Erkrankungen des Hirns, in welchen der Stickstoffgehalt des genannten Teils der Frontallappen zu- oder abnimmt?“

3. „Wie hoch ist der Stickstoffgehalt des Hirns überhaupt?“ (S. 469).

Zu diesem Zweck hat er 20 verschiedene Menschengehirne analysiert. Die Werte des Stickstoffgehaltes schwanken zwischen 0,93% (Fall I) und 2,46% (Fall XX) in frischem Gehirn, was, wie ich glaube, auf grosse Schwankungen des Wassergehaltes zu beziehen ist, nicht direkt auf Stickstoffgehalt in der trockenen Substanz.

Seine Ergebnisse hat er in folgenden Sätzen zusammengefasst:

1. „Die erste Frage beantwortet sich aus dem vorliegenden Materiale dahin, dass Differenzen im Stickstoffgehalt zwischen den Frontallappen links und rechts existieren, allerdings in recht geringem Grade.“

2. „Die Untersuchungen zeigen nur zu deutlich, dass auch bei den schwersten anatomischen Prozessen eine in Zahlen ausdrückbare Vermehrung oder Verminderung des Stickstoffgehaltes nicht zu konstatieren ist.“

3. „Die letzte Frage wird allerdings präzis beantwortet. Es beträgt für den linken Frontallappen 1,89% N und für den rechten 1,81% N.“

Weitere Angaben über den Stickstoffgehalt finden wir in der zitierten Arbeit von Moraczewsky (21).

Im frischen Gehirn hat er von 1,159% bis 1,944% N gefunden.

Im trockenen Rückstande von 3,8% bis 18,7% N.

Ueber diese Zahlen muss ich dasselbe wiederholen, was ich über Phosphorgehalt der von Moraczewsky analysierten Gehirnen gesagt habe: so grosse Schwankungen sind in der trockenen Substanz kaum möglich.

Den Stickstoffgehalt im Menschengehirn hat auch Kohn bestimmt (14). Für den Stickstoff konstatiert er wieder wie für den Phosphor (S. 5), dass die Werte ziemlich konstant sind.

So schreibt er: „was den Stickstoff anlangt, so zeigt er gerade in der frühesten Lebenszeit und bis in das zweite Jahr hinein eine gewisse Konstanz. Die Werte schwanken da zwischen 8,92% und 9,76%, im wesentlichen also um 9,0% N herum.

Erst später macht sich eine zwar geringe, aber doch deutliche und gleichmässige Abnahme bemerkbar. Im dritten Lebensjahre beträgt der Stickstoffgehalt 8,5%, beim vier- und sechsjährigen Kinde 8,0 und beim Erwachsenen nur 7,5%."

„Man darf hieraus wohl den Schluss ziehen, dass das Gehirnwachstum jenseits des ersten Lebensjahres sich mehr durch Ansatz stickstoffreier, als durch Zunahme stickstoffhaltiger Substanzen vollzieht."

Ueber den Stickstoffgehalt des Gehirns bei Tieren konnte ich in der Literatur nur folgendes finden:

Hund (I) N-gehalt in frischem Gehirn 1,66%, in trocken. Substanz 6,317% und bei Hund (II) in frischem Gehirn 1,40% resp. in trockener Substanz 6,470% N (Schulz (17)).

Noch zwei Angaben findet man in der Arbeit von R. Weigert (18) auch bezüglich Hundegehirns.

Aber Weigert analysierte Gehirne von ganz jungen Tieren. In einem Falle ergab sich der Stickstoffgehalt 13,54% der trockenen Substanz, also viel höhere Werte, als bei alten Tieren von Schulz. Wenn wir jetzt einen Ueberblick über den Stickstoffgehalt des Gehirns gewinnen wollen, so ergibt sich, dass in der trockenen Substanz Minimum 6,317% N und Maximum bis zu 13,54% N nach Moraczewsky noch mehr von 3,0% bis 18,7% N gefunden war.

Allgemein gesagt sind die Schwankungen des Stickstoffgehaltes viel grösser, als diejenigen des Phosphors in verschiedenen Gehirnen. So viel über die früher vorhandenen Analysen des Stickstoffs und Phosphors.

Jetzt gehe ich zu meinen Analysen über.

Vorbereitung der Substanz.

Möglichst frisches Gehirn wurde sofort von Blut und Häuten befreit, gut mit dem Messer zerkleinert und durch ein Sieb verrieben.

Von dem so erhaltenen Hirnbrei wurden gleich mehrere Proben abgewogen. Zwei und manchmal mehr wurden zur Bestimmung des Wassergehaltes resp. den Trockenrückstand des Gehirnes benutzt, um die von anderen Proben erhaltenen Phosphor- und Stickstoffgehaltresultate prozentualisch auf frisches Gehirn und Trockenrückstand berechnen zu können.

Die Abwägung geschah in Uhrgläschen. Bei P- und N-bestimmungen wurden die Proben in Pergamentcouverts gewogen und dann in Jenaer Kolben mittelst concentr. H_2SO_4 und HNO_3-mischung verascht.

Die Wasserbestimmung

habe ich nach der im Hoppe-Seyler's und Thierfelders Handbuch (19) angegebenen Methode ausgeführt.

Und zwar wurde die Substanz direkt nach Abwägung in Uhrgläschen 2×3 mal auf dem Wasserbade mit Alkohol erhitzt und dann bis Konstantgewicht im Vacuum bei 70^0 C. getrocknet. Die Resultate der Wasserbestimmungen findet man in der angegebenen Tabelle.

Tabelle I.

Wassergehalt des Gehirnes.

	Trock. Rückst. in %	H_2O in %
28. Hündchen	11,40	88,60
26. Kätzchen	11,67	88,33
21. „	11,78	88,22
20. „	12,01	87,99
3. Rättchen	12,48	87,52
24. Frosch	14,91	85,09
17. Seelachs	16,13	83,87
9. Hase	16,38	83,62
23. Dohle	16,64	83,36
58. Eule	16,66	83,34
22. Kalb	17,26	82,74
5. Huhn	17,98	82,02
32. Ferkel	18,26	81,74
34. Gans	18,74	81,26
29. Ente	18,85	81,15
67. Affe	19,09	80,91
52. Kalb	19,16	80,84
59. Schneewiesel . . .	19,21	80,79
16. Huhn	19,23	80,77
66. Ente	19,25	80,75
57. Maulwurf	19,46	80,54
71. Kalb	19,91	80,09

	trock. Rückst. in %	H_2O in %
41. Hund	19,98	80,02
35. Pferd	20,18	79,82
2.-8. Birkhahn	20,21	79,79
40. Kaninchen	20,25	79,75
63. Hund	20,52	79,48
39. Katze	20,53	79,47
33. Pferd	20,61	79,39
7. Maulwurf	20,66	79,34
25. Saatkrähe	20,67	79,33
4. Schaf	20,86	79,14
50. Mensch	20,93	79,07
1. Huhn	21,24	78,76
38. Kaninchen	21,26	78,74
6. Ratte	21,34	78,66
51. Rind	21,39	78,61
19. Katze	21,43	78,57
31. Schaf	21,48	78,52
43. Schwein	21,51	78,49
70. Rind	21,55	78,45
69. Rind	21,74	78,26
47. Kaninchen	22,03	77,97
53. Schwein	22,16	77,84
61. Katze	22,19	77,81
68. Schwein	22,21	77,79
49. Taube	22,29	77,71
15. Rind	22,59	77,41
65. Schwein	22,66	77,34
66. Hund	22,95	77,05
54. Affe	23,53	76,47
55. Affe	23,56	76,44
30. Katze	23,69	76,31
64. Schwein	23,80	76,20
18. Schwein	23,87	76,13
42. Pferd	25,57	74,43
37. Hund	25,87	74,13

Die Phosphorbestimmung geschah nach der jetzt schon weit bekannten Neumann'schen Methode, die darauf beruht, dass man den Phosphorgehalt nach der zur Lösung des Ammoniumphosphormolybdat-Niederschlages verbrauchten $\frac{n}{2}$ Na OH-Menge nach der folgenden Formel ausrechnet:

$$24\,(NH_4)_3\ 24\,Mo\,O_3\ 4\,H\,NO_3 + 56\,Na\,OH = 24\,Na_2\,Mo\,O_4 + 4\,Na\,NO_3 + 2\,Na_2\,HPO_4 + 32\,H_2O + 6\,NH_3$$

Dementsprechend 1 c cm $\frac{n}{2}$ Na OH entspricht 0,001268 gr P_2O_5 oder 0,005536 gr P.

Etwa 1—2 gr. frischer Substanz wurden sofort nach Abwägung in einem 700 ccm fassenden Jenaer Kolben gebracht und mit etwa 25—35 ccm Säuregemisch verascht.

Veraschung ging immer sehr rasch und glatt. Nachdem wurde die Phosphorsäure in demselben Kolben mit Ammonmolybdat, wie gewöhnlich gefällt und der Niederschlag abfiltriert und ausgewaschen. Es genügte zwei- bis dreimalige Auswaschung vollständig.

(Das lästige Filterauswaschen aus Spritzflasche habe ich entweder durch Absaugen durch Asbestfilter oder durch Auswaschen aus einer hochgestellten tubulierten Flasche mit Kautschukschlauch beseitigt.)

Nach der so ausgeführten Auswaschung wurde der Niederschlag in $\frac{n}{2}$ Na OH gelöst, gekocht und der Ueberschuss der Natronlauge mit $\frac{n}{2}$ $H_2\,SO_4$ zurücktitriert.

Die Menge der $\frac{n}{2}$ $H_2\,SO_4$ wurde von der $\frac{n}{2}$ Na OH abgezogen und so die genau zur Lösung des Phosphor-Niederschlages notwendige $\frac{n}{2}$ Na OH-

Menge bestimmt; die letzte wurde nach der oben angegebenen Formel in Phosphor umgerechnet.

So bekam ich die Resultate für frisches Gehirn, welche, wie gesagt, entsprechend den gefundenen Wassermengen auf trockene Substanz umgerechnet wurden.

Aus jedem Gehirn waren mindestens zwei Kontrollbestimmungen ausgeführt. In den Fällen, wo die Resultate nicht stimmten, wiederholte ich die Analysen, bis ich mehrere übereinstimmende Zahlen erhalten habe, vorausgesetzt, dass ausreichendes Material vorhanden war.

Im ganzen wurden etwa mehr als 200 Bestimmungen ausgeführt.

Auf der Tabelle II gebe ich die von mir für eine Reihe von Tierarten erhaltenen Zahlen wieder.

In den ersten Spalten ist der Wassergehalt des entsprechenden Gehirnes angegeben; in der zweiten das Gewicht der zur Untersuchung entnommenen frischen Gehirnsubstanz; in der dritten die Menge der zur Lösung des Phosphormolybdat-Niederschlages verbrauchten Natronlauge; in der vierten Spalte der Phosphorgehalt auf frische Gehirnsubstanz bezogen; in der fünften der Phosphorgehalt in % des trockenen Rückstandes ausgedrückt und endlich in der letzten Spalte der Mittelwert aus mindestens 2 zur Kontrolle ausgeführten Bestimmungen.

Um die Resultate übersichtlicher zu machen und den Vergleich mit einander zu erleichtern, gebe ich eine besondere Tabelle (III), in welcher die Tiere nach aufsteigendem Phosphorgehalt ihrer Gehirne eingereiht sind.

Hier sind nur die Mittelwerte angeben, erst für trockene Substanz des Gehirns und daneben auch für frisches Gehirn.

Aus dieser Tabelle (III) ersieht man ganz leicht, dass die Phosphormenge in der trockenen Substanz der verschiedensten Gehirne sehr konstant ist.

Diese Konstanz wird noch deutlicher, wenn wir nur erwachsene Tiere oder die Tiere, deren Gehirn an Wasser nicht reicher als 81%, was fast dasselbe ist, — vergleichen.

Der Uebersichtlichkeit wegen habe ich die Zahlen, die sich auf solche wasserreichen Gehirne beziehen, in Klammern aufgeführt.

Wenn wir also nur diejenigen Gehirne vergleichen, wo der Wassergehalt nicht 81% überschritten hat, so haben wir das Minimum an Phosphorgehalt beim Maulwurf (Gehirn Nr. 7) 1,476% gefunden und das Maximum 1,791% beim Kaninchen (38).

Der Unterschied ist dementsprechend nur 0,315% zwischen allen untersuchten Gehirnen der erwachsenen Tiere, also viel kleiner, als ich in der früheren Literatur finden konnte (etwa 0,9%).

Der Mittelwert für erwachsene Tiere wird nach meinen Untersuchungen 1,617% gleichen. Die niedersten Tiere, wie Frosch und Fische, zeigten höheren Wassergehalt und hatten auch mehr Phosphor in ihren Gehirnen (1,643% Frosch und 1,968% Seelachs).

Alle jungen Tiere, wie gesagt, haben auch mehr Phosphor als erwachsene. Der minimale Wert für kleine (entweder neugeborene oder ganz junge) Tiere

wird bei Rättchen (Nr. 3) gefunden P — 1,609% und der maximale bei jungen Hündchen P — 2,035%.

Das Mittel wird für junge Individuen (P-) 1,892 % gleichen.

Weitere Schlüsse aus allen angeführten Analysen über Phosphorgehalt des Gehirns zu ziehen ist kaum möglich.

Ob Intelligenz oder irgendwelche geistige Fähigkeiten der Tiere mit der Höhe des Phosphorgehaltes ihrer Gehirne im Zusammenhang stehen, wie man früher annahm, muss noch dahingestellt bleiben.

Es bedarf wahrscheinlich noch viel feinerer und vielleicht noch umfangreicherer Untersuchungen, um auch in dieses dunkle Gebiet neues Licht zu werfen.

Tabelle II.

Tabelle der Phosphorbestimmungen.

No. des Gehirns	Tierart		Wassergehalt des Gehirns	Substanzmenge	Verbrauchte $\frac{n}{2}$ Na OH	P in % des frisch. Organs	P in % des trock. Rückstands	% P in Mittel
1.	Huhn	a	78,76	1,5149 gr	9,4 c. c.	0,3435	1,617	1,607
		b		1,5030 „	9,2 „	0,3389	1,596	
2.	Birkhahn (4 Geh.)	a	79,79	2,0505 „	11,4 „	0,3078	1,523	1,520
		b		4,2454 „	23,5 „	0,3065	1,516	
3.	Neugeborene Rättchen (9 Geh.)		87,52	1,9182 „	6,95 „	0,2006	1,609	1,609
4.	Schaf	a	79,14	4,6530 „	27,8 „	0,3307	1,585	1,586
		b		4,9666 „	29,7 „	0,3310	1,587	
5.	Huhn (5 Geh.)	a	82,02	7,6900 „	37,6 „	0,2707	1,506	1,538
		b		5,6099 „	28,6 „	0,2888	1,570	
6.	Ratte (4 Geh.)	a	78,66	2,5786 „	15,4 „	0,3306	1,550	1,513
		b		4,5000 „	25,6 „	0,3150	1,476	
7.	Maulwurf		79,34	0,8712 „	4,8 „	0,3050	1,476	1,476

No. des Gehirns	Tierart		Wassergehalt des Gehirns	Substanzmenge	Verbrauchte $\frac{n}{2}$ Na OH	P in % des frisch. Organs	P in % des trock. Rückstands	% P in Mittel
9.	Hase	a	83,62	2,8494 gr	14,5 c.c.	0,2817	1,720	1,721
		b		2,8847 „	14,7 „	0,2821	1,721	
15.	Rind	a	77,41	1,9860 „	12,3 „	0,3431	1,524	1,527
		b		2,0962 „	13,1 „	0,3460	1,530	
16.	Huhn (49 Geh.)	a	80,77	1,3964 „	7,4 „	0,2934	1,520	1,537
		b		1,1516 „	6,2 „	0,2981	1,553	
17.	Seelachs (75 Geh.)	a	83,87	4,7032 „	26,9 „	0,3166	1,960	1,968
		b		6,9339 „	39,9 „	0,3186	1,975	
18.	Schwein	a	76,13	1,8688 „	13,0 „	0,3852	1,616	1,621
		b		2,1387 „	15,1 „	0,3909	1,638	
		c		2,3356 „	16,2 „	0,3840	1,609	
19.	Katze	a	78,57	2,2686 „	15,3 „	0,3734	1,713	1,721
		b		2,1574 „	14,4 „	0,3695	1,728	
20.	Kätzchen (3 Geh.)		87,99	4,5757 „	18,4 „	0,2226	1,838	1,838
21.	Kätzchen (4 Geh.)	a	88,22	4,3198 „	17,8 „	0,2281	1,937	1,989
		b		4,3030 „	18,7 „	0,2406	2,042	
22.	Kalb	a	82,74	3,4730 „	17,7 „	0,2822	1,632	1,635
		b		3,2394 „	16,5 „	0,2820	1,637	
23.	Dohle (10 Geh.)	a	83,36	2,7131 „	14,2 „	0,2898	1,741	1,738
		b		2,0512 „	10,9 „	0,2886	1,734	
24.	Frosch (17 Geh.)	a	85,09	0,9510 „	4,2 „	0,2445	1,649	1,643
		b		0,7450 „	3,3 „	0,2452	1,637	
25.	Saatkrähe	a	79,33	3,7870 „	21,4 „	0,3128	1,509	1,521
		b		3,8922 „	22,2 „	0,3158	1,532	
26.	Kätzchen (4 Geh.)	a	88,33	2,1330 „	8,9 „	0,2310	1,979	1,981
		b		1,7951 „	7,5 „	0,2313	1,983	
28.	Hündchen (3 Geh.)	a	88,60	1,4062 „	5,8 „	0,2284	2,002	2,035
		b		1,4518 „	6,1 „	0,2325	2,041	
		c		2,3720 „	10,1 „	0,2357	2,071	
		d		2,1554 „	9,0 „	0,2312	2,025	
30.	Katze	a	76,31	1,7212 „	12,1 „	0,3892	1,643	1,655
		b		1,8844 „	13,5 „	0,3966	1,682	
		c		1,6870 „	11,9 „	0,3905	1,641	
31.	Schaf	a	78,52	1,3204 „	8,5 „	0,3564	1,659	1,664
		b		1,5757 „	10,2 „	0,3584	1,668	

No. des Gehirns	Tierart		Wassergehalt des Gehirns	Substanzmenge	Verbrauchte $\frac{n}{2}$ Na OH	P in % des frisch. Organs	P in % des trock. Rückstands	% P in Mittel
32.	Ferkel	a	81,74	1,6568 gr	9,5 c. c.	0,3174	1,738	1,766
		b		2,0325 „	12,1 „	0,3296	1,813	
		c		2,1533 „	12,4 „	0,3188	1,746	
33.	Pferd	a	79,39	3,3736 „	20,5 „	0,3364	1,638	1,659
		b		3,2004 „	20,1 „	0,3477	1,680	
34.	Gans	a	81,26	1,2642 „	7,3 „	0,3197	1,706	1,710
		b		1,3800 „	8,0 „	0,3209	1,713	
35.	Pferd	a	79,82	2,1558 „	13,3 „	0,3415	1,693	1,687
		b		1,2253 „	7,5 „	0,3389	1,680	
		c		1,8379 „	11,3 „	0,3404	1,687	
36.	Hund	a	77,05	1,5656 „	10,3 „	0,3642	1,594	1,587
		b		2,1346 „	14,0 „	0,3631	1,579	
37.	Hund	a	74,13	1,2520 „	9,1 „	0,4024	1,555	1,564
		b		1,4134 „	10,4 „	0,4074	1,575	
		c		1,6017 „	11,6 „	0,4010	1,561	
38.	Kaninchen	a	78,74	1,1502 „	7,9 „	0,3803	1,787	1,791
		b		0,8862 „	6,1 „	0,3811	1,795	
39.	Katze	a	79,47	1,0152 „	6,2 „	0,3381	1,647	1,644
		b		1,6444 „	10,0 „	0,3367	1,640	
40.	Kaninchen	a	79,75	0,9536 „	6,8 „	0,3948	1,943	1,936
		b		0,9534 „	6,7 „	0,3891	1,928	
41.	Hund	a	80,02	2,0857 „	13,0 „	0,3451	1,727	1,708
		b		1,4860 „	9,0 „	0,3353	1,689	
42.	Pferd	a	74,43	1,7026 „	13,2 „	0,4292	1,679	1,649
		b		1,4693 „	11,1 „	0,4183	1,633	
		c		1,8026 „	13,6 „	0,4177	1,637	
43.	Schwein	a	78,49	1,6028 „	10,3 „	0,3558	1,654	1,651
		b		1,5702 „	10,05 „	0,3544	1,647	
47.	Kaninchen	a	77,97	1,5234 „	9,6 „	0,3489	1,584	1,584
		b		1,0708 „	6,8 „	0,3490	1,584	
49.	Tauben (6 Geh.)	a	77,71	1,3150 „	8,5 „	0,3579	1,607	1,603
		b		1,1030 „	7,1 „	0,3564	1,598	
50.	Mensch (58 Jahre)	a	79,07	2,2416 „	13,4 „	0,3309	1,581	1,586
		b		2,0628 „	12,4 „	0,3328	1,590	
51.	Rind	a	78,61	2,2380 „	13,8 „	0,3414	1,596	1,600
		b		1,3384 „	8,6 „	0,3557	1,664	
		c		1,9835 „	11,8 „	0,3294	1,541	

No. des Gehirns	Tierart	Wassergehalt des Gehirns	Substanzmenge	Verbrauchte $\frac{n}{2}$ Na OH	P in % des frisch. Organs	P in % des trock. Rückstands	% P in Mittel
52.	Kalb	a } 80,84	2,2178 gr	13,0 c. c.	0,3245	1,693	} 1,699
		b }	1,7462 „	10,3 „	0,3266	1,704	
53.	Schwein (2 Geh.)	a } 77,84	1,3840 „	9,1 „	0,3640	1,643	} 1,644
		b }	1,1704 „	7,7 „	0,3742	1,644	
54.	Affe	a	1,4024 „	9,5 „	0,3750	1,594	
		b } 76,47	1,2486 „	8,3 „	0,3680	1,565	} 1,576
		c }	1,4390 „	9,6 „	0,3693	1,570	
55.	Affe	a	1,0430 „	7,3 „	0,3875	1,645	
		b	1,0544 „	7,5 „	0,3938	1,671	
		c } 76,44	1,9938 „	13,8 „	0,3832	1,626	} 1,635
		d }	1,7670 „	12,0 „	0,3760	1,596	
61.	Katze	a } 77,81	0,9510 „	6,5 „	0,3775	1,701	} 1,711
		b }	0,9378 „	6,4 „	0,3778	1,720	
63.	Hund	a } 79,48	1,5028 „	9,6 „	0,3537	1,723	} 1,722
		b }	1,2706 „	8,1 „	0,3530	1,720	
64.	Schwein	a } 76,20	1,4464 „	9,9 „	0,3790	1,593	} 1,594
		b }	1,3268 „	9,1 „	0,3797	1 595	
65.	Schwein	a } 77,34	1,9824 „	12,2 „	0,3407	1,504	} 1,506
		b }	1,6524 „	10,2 „	0,3418	1,508	
66.	Ente (34 Geh.)	a } 80,75	2,1310 „	11,4 „	0,2962	1,539	} 1,538
		b }	2,4720 „	13,2 „	0,2956	1,536	
67.	Affe	a } 80,91	1,2326 „	7,3 „	0,3279	1,718	} 1,720
		b }	1,1115 „	6,6 „	0,3287	1,722	
68.	Schwein (10 Geh.)	a } 77,79	1,2460 „	8,1 „	0,3563	1,604	} 1,595
		b }	0,9598 „	6,1 „	0,3519	1,585	

Tabelle III.

Phosphorgehalt im Gehirn.

	in % des trocken Rückst.		in % des frischen Organes	
	P	trock. Rückst.	P	H_2O
7. Maulwurf . . .	1,476	20,66	0,3050	79,34
65. Schwein	1,506	22,66	0,3413	77,34
6. Ratte . . . . . (4 Geh.)	1,513	21,34	0,3228	78,66
2.-8. Birkhahn . . .	1,520	20,21	0,3072	79,79
25. Saatkrähe . . .	1,521	20,67	0,3143	79,33

	P	trock. Rückst.	P	H_2O
15. Rind	1,527	22,59	0,3446	77,41
16. Huhn (49 Geh.)	1,537	19,23	0,2957	80,77
5. Huhn (5 Geh.)	(1,538)	17,98	(0,2798)	82,02
66. Ente (34 Geh.)	1,538	19,25	0,2959	80,75
37. Hund	1,564	25,87	0,4036	74,13
54. Affe	1,576	23,53	0,3708	76,47
47. Kaninchen	1,584	22,03	0,3490	77,97
4. Schaf	1,586	20,86	0,3309	79,14
50. Mensch	1,586	20,93	0,3319	79,07
36. Hund	1,587	22,95	0,3637	77,05
64. Schwein	1,594	23,80	0,3794	76,20
68. Schwein (10 Geh.)	1,595	22,21	0,3541	77,79
51. Rind	1,600	21,39	0,3422	78,61
49. Tauben (6 Geh.)	1,603	22,29	0,3572	77,71
1. Huhn	1,607	21,24	0,3412	78,76
3. Rättchen	(1,609)	12,48	(0,2006)	87,52
18. Schwein	1,621	23,87	0,3867	76,13
22. Kalb	(1,635)	17,26	(0,2821)	82,74
55. Affe	1,635	23,56	0,3851	76,44
24. Frosch (17 Geh.)	(1,643)	14,91	(0,2449)	85,09
39. Katze	1,644	20,53	0,3374	79,47
53. Schwein (2 Geh.)	1,644	22,16	0,3641	77,84
42. Pferd	1,649	25,57	0,4217	74,43
43. Schwein	1,659	21,51	0,3551	78,49
30. Katze	1,655	23,69	0,3921	76,31
33. Pferd	1,659	20,61	0,3421	79,39
31. Schaf	1,664	21,48	0,3574	78,52
35. Pferd	1,687	20,18	0,3403	79,82

	P	trock. Rückst.	P	H_2O
52. Kalb	1,699	19,16	0,3256	80,84
41. Hund	1,708	19,98	0,3402	80,02
34. Gans	(1,710)	18,74	(0,3203)	81,26
61. Katze	1,711	22,19	0,3777	77,81
67. Affe	1,720	19,09	0,3283	80,91
19. Katze	1,721	21,43	0,3715	78,57
9. Hase	(1,721)	16,38	(0,2819)	83,62
63. Hund	1,722	20,52	0,3534	79,48
23. Dohle . . . . . (10 Geh.)	(1,738)	16,64	(0,2892)	83,36
32. Ferkel	(1,766)	18,26	(0,3219)	81,74
38. Kaninchen . . .	1,791	21,26	0,3807	78,74
20. Kätzchen . . .	(1,838)	12,01	(0,2226)	87,99
17. Seelachs	(1,968)	16,13	(0,3176)	83,87
26. Kätzchen . . . . (4 Geh.)	(1,981)	11,67	(0,2312)	88,33
21. Kätzchen . . . (4 Geh.)	(1,989)	11,78	(0,2343)	88,22
28. Hündchen . . . (3 Geh.)	(2,035)	11,40	(0,2319)	88,60

Stickstoff-Bestimmung.

Der Stickstoffgehalt wurde nach Kjeldahl bestimmt:

Aus der 1—2 gr für Bestimmung benutzten Substanz des entstandenen Ammoniumsulfats wird durch überschüssige 33% Na OH das Ammoniak freigemacht, abdestilliert und in 25 ccm $\frac{n}{10}$ H_2 SO_4 aufgefangen.

Der Ueberschuss der Schwefelsäure wird mit $\frac{n}{10}$ Na OH zurücktitriert. (Als Indikator wird Lackmoid gebraucht).

Auf der Tabelle (IV), die ebenso zusammengestellt ist, wie die Tabelle II, sind die Resultate der

N-bestimmungen wiedergegeben. Wenn wir, wie beim Phosphorgehalt, die Tiere nach ihrem aufsteigenden Stickstoffgehalt einreihen werden, so bekommen wir folgende Tabelle V.

Die Schwankungen in dem N-gehalt sind bedeutend grösser, als wir beim Phosphor gefunden haben.

Das Minimum für erwachsene Tiere (Wassergehalt nicht höher als 81,0%) wird mit 7,031% N und Maximum 10,004% N repräsentiert.

Die Mittelzahl gleicht 8,214% N. Tiere mit grösserem Wassergehalt, also jüngere Individuen, zeigen ähnlich wie beim Phosphor höheren Stickstoffgehalt und zwar im Mittel 9,985% N. Das Fischgehirn steht ganz gesondert und enthält nur 5,415% N in seinem trockenen Rückstande.

Tabelle IV.

Tabelle der Stickstoffbestimmungen.

No. des Gehirns	Tierart		Wassergehalt des Gehirns	Substanzmenge	Verbrauchte $\frac{n}{10}$ H_2SO_4	N in % des frisch. Org.	N in % des trock. Rückst.	% N in Mittel
15.	Rind	a	77,41	1,3286 gr	16,9 c. c.	1,786	7,906	7,791
		b		1,6689 „	20,7 „	1,741	7,709	
		c		1,4422 „	18,0 „	1,752	7,757	
16.	Huhn (49 Geh.)	a	80,77	1,8798 „	23,6 „	1,763	9,166	9,263
		b		1,0192 „	13,0 „	1,791	9,313	
		c		3,5174 „	44,85 „	1,790	9,310	
17.	Seelachs (75 Geh.)	a	83,87	2,8486 „	17,6 „	0.8675	5,378	5,415
		b		2,9806 „	18,7 „	0,8808	5,461	
		c		3,2692 „	20,3 „	0,8718	5,406	
		d		3,1352 „	19,5 „	0,8733	5,414	

18. Schwein	a	76,13	1,7083	gr.	21,8	c. c.	1,792	7,506	7,466
	b		1,0455	„	13,2	„	1,773	7,426	
19. Katze	a	78,57	1,5904	„	21,0	„	1,854	8,651	8,614
	b		1,2604	„	16,5	„	1,838	8,577	
20. Kätzchen (3 Geh.)	a	87,99	2,3376	„	20,7	„	1,243	10,350	10.365
	b		2,3542	„	20,9	„	1,246	10,380	
21. Kätzchen (4 Geh.)	a	88,22	4,3284	„	39,9	„	1,294	10,990	11,000
	b		4,4714	„	41,3	„	1,297	11,010	
22. Kalb	a	82,74	2,0205	„	22,1	„	1,536	8,897	8,913
	b		2,4050	„	26,4	„	1,541	8,929	
23. Dohle (10 Geh.)	a	83,36	2,0472	„	24,2	„	1,698	10,206	10,025
	b		3,5180	„	41,4	„	1,652	9,929	
	c		3,6418	„	42,9	„	1,654	9,939	
	d		3,2572	„	38,7	„	1,668	10,025	
26. Kätzchen (4 Geh.)		88,33	1,6346	„	14,9	„	1,280	10,971	10,971
28. Hündchen (3 Geh.)	a	88,60	1,4680	„	12,5	„	1,186	10,403	10,461
	b		1,1944	„	10,2	„	1,199	10,518	
29. Ente	a	81,15	1,2790	„	17,6	„	1,932	10,249	10,137
	b		1,7284	„	23,4	„	1,899	10,084	
	c		1,1416	„	15,4	„	1,894	10,047	
	d		1,1720	„	16,0	„	1,917	10,168	
30. Katze	a	76,31	1,2518	„	17,6	„	1,974	8,333	8,188
	b		1,3406	„	18,2	„	1,906	8,046	
31. Schaf	a	78,52	1,1774	„	13,5	„	1,610	7,494	7,476
	b		1,5074	„	17,2	„	1,602	7,458	
32. Ferkel	a	81,74	1,3788	„	16,6	„	1,690	9,257	9,235
	b		1,8134	„	21,6	„	1,671	9,156	
	c		1,4108	„	16,7	„	1,662	9,101	
	d		1,8025	„	22,1	„	1,721	9,427	
33. Pferd	a	79,39	2,0336	„	22,6	„	1,560	7,571	7,551
	b		1,9270	„	21,3	„	1,552	7,530	
34. Gans	a	81,26	0,9548	„	11,9	„	1,750	9,338	9,364
	b		1,1410	„	14,3	„	1,760	9,390	
35. Pferd	a	79,82	1,5166	„	17,1	„	1,583	7,847	7,805
	b		2,0278	„	22,6	„	1,565	7,756	
	c		1,3540	„	15,2	„	1,576	7,812	
36. Hund	a	77,05	1,8440	„	23,9	„	1,820	7,929	7,897
	b		2,0224	„	26,0	„	1,805	7,864	
37. Hund	a	74,13	1,4804	„	21,5	„	2,039	7,882	7,888
	b		1,7874	„	26,0	„	2,042	7,894	
38. Kaninchen	a	78,74	0,8174	„	10,8	„	1,855	8,728	8,722
	b		1,1824	„	15,6	„	1,853	8,716	

39.	Katze	a	79,47	0,9640	gr.	12,7	c. c.	1,850	9,010	9,027
		b		0,8242	„	10,9	„	1,857	9,044	
40.	Kaninchen	a	79,75	0,7120	„	9,0	„	1,775	8,765	8,765
		b		1,1232	„	14,2	„	1,775	8,765	
41.	Hund	a	80,02	2,0156	„	24,3	„	1,693	8,472	8,502
		b		1,9520	„	23,7	„	1,705	8,532	
42.	Pferd	a	74,43	1,1870	„	15,1	„	1,786	6,985	7,031
		b		1,7536	„	22,6	„	1,809	7,076	
43.	Schwein	a	78,49	1,3636	„	16,8	„	1,730	8,042	8,051
		b		1,8058	„	22,3	„	1,734	8,060	
47.	Kaninchen	a	77,97	1,2274	„	16,5	„	1,887	8,568	8,242
	(2 Geh.)	b		1,5246	„	19,7	„	1,814	8,235	
		c		1,3994	„	17,4	„	1,746	7,924	
49.	Tauben	a	77,71	1,2382	„	17,2	„	1,950	8,752	8,733
	(6 Geh.)	b		1,4460	„	20,0	„	1,942	8,714	
50.	Mensch	a	79,07	1,6724	„	19,7	„	1,654	7,902	7,904
	(58 Jahre)	b		1,7650	„	20,8	„	1,655	7,905	
51.	Rind	a	78,61	1,7394	„	19,3	„	1,558	7,285	7,254
		b		2,0360	„	22,4	„	1,545	7,223	
52.	Kalb	a	80,84	1,5380	„	16,3	„	1,488	7,766	7,774
		b		1,9682	„	20,9	„	1,491	7,781	
53.	Schwein	a	77,84	1,9780	„	24,8	„	1,760	7,794	7,967
	(2 Geh.)	b		1,7684	„	22,3	„	1,770	7,989	
54.	Affe	a	76,47	1,2670	„	17,8	„	1,972	8,385	8,375
		b		1,1346	„	15,9	„	1,968	8,364	
55.	Affe	a	76,44	1,6352	„	22,8	„	2,003	8,503	8,504
		b		0,9530	„	13,6	„	2,004	8,504	
57.	Maulwurf		80,54	1,1020	„	14,6	„	1,818	9,343	9,343
58	Eule	a	83,34	1,5617	„	17,0	„	1,528	9,174	9,379
		b		1,7410	„	19,8	„	1,597	9,584	
59.	Schneewiesel	a	80,79	1,2506	„	17,1	„	1,920	9,993	10,004
		b		1,2114	„	16,6	„	1,924	10,015	
61.	Katze	a	77,81	0,8840	„	12,3	„	1,954	8,804	8,780
		b		1,0839	„	15,0	„	1,942	8,756	
63.	Hund	a	79,48	1,1314	„	14,4	„	1,787	8,708	8,677
		b		0,9852	„	12,45	„	1,774	8,646	
64.	Schwein	a	76,20	1,4258	„	17,2	„	1,694	7,116	7,083
		b		1,2720	„	15,2	„	1,678	7,049	
65.	Schwein	a	77,34	1,2586	„	14,7	„	1,640	7,237	7,288
		b		1,2580	„	14,9	„	1,663	8,339	
66.	Ente	a	80,75	1,0338	„	13,4	„	1,820	9,454	9,482
	(34 Geh.)	b		1,4111	„	18,4	„	1,831	9,510	

67. Affe	a	80,91	1,0492 gr	13,8 c.c.	1,847	9,673	9,652
	b		0,8321 „	10,9 „	1,839	9,631	
68. Schwein (10 Geh.)	a	77,79	1,4148 „	17,4 „	1,727	7,776	7,820
	b		1,1578 „	14,4 „	1,746	7,864	
69. Rind	a	78,26	1,7346 „	20,2 „	1,635	7,520	7,551
	b		1,3970 „	16,4 „	1,648	7,581	
70. Rind	a	78,45	1,4550 „	16,8 „	1,621	7,523	7,551
	b		1,4530 „	16,9 „	1,633	7,578	
71. Kalb	a	80,09	1,7790 „	18,6 „	1,468	7,483	7,669
	b		1,6676 „	18,3 „	1,541	7,854	

Tabelle V.

Stickstoffgehalt im Gehirn.

	in % des trockn. Rückst.		in % des frischen Organes	
	N	trockn. Rückst.	N	H_2O
17. Seelachs . . .	(5,415)	16,13	(0,8734)	83,87
42. Pferd . . .	7,031	25,57	1,798	74,43
64. Schwein . . .	7,083	23,80	1,686	76,20
51. Rind	7,254	21,39	1,551	78,61
65. Schwein . . .	7,288	22,66	1,652	77,34
18. Schwein . . .	7,466	23,87	1,783	76,13
31. Schaf	7,476	21,48	1,606	78,52
69. Rind	7,551	21,74	1,642	78,26
70. Rind	7,551	21,55	1,627	78,45
33. Pferd	7,551	20,61	1,556	79,39
71. Kalb	7,669	19,91	1,505	80,09
52. Kalb	7,774	19,16	1,489	80,84
15. Rind	7,791	22,59	1,760	77,41
35. Pferd	7,805	20,18	1,575	79,82
68. Schwein . . .	7,820	22,21	1,737	77,79
37. Hund	7,888	25,87	2,041	74,13
36. Hund	7,897	22,95	1,813	77,05
50. Mensch . . .	7,904	20,93	1,655	79,07
53. Schwein . . .	7,967	22,16	1,765	77,84
43. Schwein . . .	8,051	21,51	1,732	78,49
30. Katze	8,188	23,69	1,940	76,31

	N	trock. Rückst.	N	H_2O
47. Kaninchen . .	8,242	22,03	1,816	77,97
54. Affe	8,375	23,53	1,970	76,47
41. Hund	8,502	19,98	1,699	80,02
55. Affe	8,504	23,56	2,004	76,44
19. Katze	8,614	21,43	1,846	78,57
63. Hund	8,677	20,52	1,781	79,48
38. Kaninchen . .	8,722	21,26	1,854	78,74
49. Taube	8,733	22,29	1,946	77,71
40. Kaninchen . .	8,765	20,25	1,775	79,75
61. Katze	8,780	22,19	1,948	77,81
22. Kalb	(8,913)	17,26	(1,539)	82,74
39. Katze	9,027	20,53	1,854	79,47
32. Ferkel	(9,235)	18,26	(1,686)	81,74
16. Huhn	9,263	19,23	1,781	80,77
57. Maulwurf . .	9,343	19,46	1,924	80,54
34. Gans	(9,364)	18,74	(1,755)	81,26
58. Eule	(9,379)	16,66	(1,563)	83,34
66. Ente	9,482	19,25	1,826	80,75
67. Affe	9,652	19,09	1,843	80,91
59. Schneewiesel .	10,004	19,21	1,922	80,79
23. Dohle	(10,025)	16,64	(1,668)	83,36
29. Ente	(10,137)	18,85	(1,911)	81,15
20. Kätzchen . . .	(10,365)	12,01	(1,245)	87,99
28. Hündchen . .	(10,461)	11,60	(1,193)	88,40
26. Kätzchen . . .	(10,971)	11,67	(1,280)	88,33
21. Kätzchen . . .	(11,000)	11,78	(1,296)	88,22

Der Uebersichtlichkeit wegen gebe ich eine Tabelle (VI), die eine Zusammenstellung ganzer Analysen enthält und die sowohl den Wasser-, wie den Phosphor- und Stickstoffgehalt des Gehirns zeigt. Die Zahlen auf dieser Tabelle sind nach dem absteigenden Wassergehalt eingeordnet.

Zu diesen Zusammenstellungen von Wasser-,

Phosphor- und Stickstoffanalysen möchte ich noch eine Tabelle (VII) hinzufügen, in der die individuellen Differenzen zwischen den einzelnen Tieren innerhalb derselben Art zu ersehen sind.

Bei der Betrachtung dieser Tabelle (VII) kann man wieder denselben Schluss ziehen, dass je mehr Wasser das Gehirn enthält, um so grösser ist auch der Phosphor- und Stickstoffgehalt.

Tabelle VI.

Wasser-, Phosphor- u. Stickstoffgehalt des Gehirns

	in % des trock. Rückstandes			in % des frischen Organes		
	trock. Rückst.	P	N	H_2O	P	N
28. Hündchen	11,40	2,035	10,461	88,60	0,2319	1,193
26. }	11,67	1,981	10,971	88,33	0,2312	1,280
21. } Kätzchen	11,78	1,989	11,000	88,22	0,2343	1,296
20. }	12,01	1,838	10,365	87,99	0,2226	1,245
3 Rättchen	12,48	1,609	—	87,52	0,2006	—
24. Frosch	14,91	1,643	—	85,09	0,2449	
17. Seelachs	16,13	1,968	5,415	83,87	0,3176	0,8734
9. Hase	16,38	1,721	—	83,62	0,2819	—
23. Dohle	16,64	1,738	10,025	83,36	0,2892	1,668
58. Eule	16,66	—	9,379	83,34	—	1,563
22. Kalb	17,26	1,635	8,913	82,74	0,2821	1,539
5. Huhn	17,98	1,538	—	82,02	0,2798	—
32. Ferkel	18,26	1,766	9,235	81,74	0,3219	1,686
34. Gans	18,74	1,710	9,364	81,26	0,3203	1,755
29. Ente	18,85	—	10,137	81,15	—	1,911
67. Affe	19,09	1,720	9,652	80,91	0,3283	1,843
52. Kalb	19,16	1,699	7,774	80,84	0,3256	1,489
59. Schneewiesel	19,21	—	10,004	80,79	—	1,922
16. Huhn	19,23	1,537	9,263	80,77	0,2957	1,781
66. Ente	19,25	1,538	9,482	80,75	0,29 9	1,826
57. Maulwurf	19,46	—	9,343	80,54	—	1,924
71. Kalb	19,91	—	7,669	80,09	—	1,505
41. Hund	19,98	1,708	8,502	80,02	0,3402	1,699

	trock. Rückst.	P	N	H_2O	P	N
35. Pferd	20,18	1,687	7,805	79,82	0,3403	1,575
2-8. Birkhahn	20,21	1,520	—	79,79	0,3072	—
40. Kaninchen	20,25	1,936	8,765	79,75	0,3920	1,775
63. Hund	20,52	1,722	8,677	79,48	0,3534	1,781
39. Katze	20,53	1,644	9,027	79,47	0,3374	1,854
33. Pferd	20,61	1,659	7,551	79,39	0,3421	1,556
7. Maulwurf	20,66	1,476	—	79,34	0,3050	—
25. Saatkrähe	20,67	1,521	—	79,33	0,3143	—
4. Schaf	20,86	1,586	—	79,14	0,3309	—
50. Mensch	20,93	1,586	7,904	79,07	0,3319	1,655
1. Huhn	21,24	1,607	—	78,76	0,3412	—
38. Kaninchen	21,26	1,791	8,722	78,74	0,3807	1,854
6. Ratte	21,34	1,513	—	78,66	0,3228	—
51. Rind	21,39	1,600	7,254	78,61	0,3422	1,551
19. Katze	21,43	1,721	8,614	78,57	0,3715	1,846
31. Schaf	21'48	1,664	7,476	78,52	0,3574	1,606
43. Schwein	21,51	1,651	8,051	78,49	0,3551	1,732
70. Rind	21,55	—	7,551	78,45	—	1,627
69. Rind	21,74	—	7,551	78,26	—	1,642
47. Kaninchen	22,03	1,584	8,242	77,97	0,3490	1,816
53. Schwein	22,16	1,644	7,967	77,84	0,3641	1,765
61. Katze	22,19	1,711	8,780	77,81	0,3777	1,948
68. Schwein	22,21	1,595	7,820	77,79	0,3541	1,737
49. Taube	22,29	1,603	8,733	77,71	0,3572	1,946
15. Rind	22,59	1,527	7,791	77,41	0,3446	1,760
65. Schwein	22,66	1,506	7,288	77,34	0,3413	1,652
36. Hund	22,95	1,587	7,897	77,05	0,3637	1,813
54. Affe	23,53	1,576	8,375	76,47	0,3708	1,970
55. Affe	23,56	1,635	8,504	76,44	0,3851	2,004
30. Katze	23,69	1,655	8,188	76 31	0,3921	1,940
64. Schwein	23,80	1,594	7,083	76,20	0,3794	1,686
18. Schwein	23,87	1,621	7,466	76,13	0,3867	1,783
42. Pferd	25,57	1,649	7,031	74,43	0,4217	1,798
37. Hund	25,87	1,564	7,888	74,13	0,4036	2,041

Tabelle VII.

Individuelle Schwankungen.

		Trock. Rückst.	P	N
67.	} Affe	19,09	1,720	9,652
54.		23,53	1,576	8,375
55.		23,56	1,635	8,504
28.	Hündchen	11,40	2,035	10,461

		Trock. Rückst.	P	N
41.	Hund	19,98	1,708	8,502
63.		20,52	1,722	8,677
36.		22,95	1,587	7,897
37.		25,87	1,564	7,888
35.	Pferd	20,18	1,687	7,805
33.		20,61	1,659	7,551
42.		25,57	1,649	7,031
22.	Kalb	17,26	1,635	8,913
52.		19,16	1,699	7,774
71.		19,91	—	7,669
51.	Rind	21,39	1,600	7,251
70.		21,55	—	7,551
69.		21,74	—	7,551
15.		22,59	1,527	7,791
26.	Kätzchen	11,67	1,981	10,971
21.		11,78	1,989	11,000
20.		12,01	1,838	10,365
39.	Katze	20,53	1,644	9,027
19.		21,43	1,721	8,614
61.		22,19	1,711	8,780
30.		23,69	1,644	8,188
32.	Ferkel	18,26	1,766	9,235
43.	Schwein	21,51	1,651	8,051
53.		22,16	1,644	7,967
68.		22,21	1,595	7,820
65.		22,66	1,506	7,288
64.		23,80	1,594	7,083
18.		23,87	1,621	7,466
4.	Schaf	20,86	1,586	—
31.		21,48	1,664	7,476
3.	Rättchen	12,48	1,609	—
6.	Ratte	21,34	1,513	—
40.	Kaninchen	20,25	1,936	8,765
38.		21,26	1,791	8,722
47.		22,03	1,584	8,242

Zum Schlusse möchte ich noch anführen, dass ich das Lecithin und Cholesterin des Gehirns zu bestimmen versucht habe.

Leider haben die Versuche nicht zum Ziele geführt.

Trotz wiederholter, verschiedenartig angestellter Analysen ist es mir nicht gelungen, genaue Zahlen zu erreichen.

Deshalb möchte ich nur das Wesentliche hervorheben, ohne mich auf Einzelheiten einzulassen.

Lecithinbestimmung.

Früher berechnete man den Lecithingehalt eines Organes nachdem man die Menge des Phosphors in entsprechendem Aetherextrakte aus diesem Organe bestimmte. Wie ungenau eine solche Methode ist, ergibt sich daraus, dass sich in dem Aetherextrakt nicht nur Lecithin, sondern auch verschiedene andere, phosphorhaltige Lipoide befinden. Somit scheint es ganz unzuverlässig, den ganzen Aetherextrakt als Lecithin nach der gefundenen Phosphormenge zu berechnen.

Infolgedessen sollte man auch die alten Literaturangaben über den Lecithingehalt des Gehirns, als nicht der Wirklichkeit entsprechend, ansehen.

Besonders sollte sich dies noch dadurch bestätigen, dass alle diese Literaturangaben nicht miteinander übereinstimmen, was aus folgender kurzer Anführung derselben deutlich ersichtlich sein wird:

Nach Petrowsky (8) enthält 100 gr trockene graue Substanz (Rindergehirn) 17,240% und 100 gr trockene weisse Substanz 9,905%. Für Rinder-Embryo

gibt Raske (20) Lecithingehalt in trock. Substanz 3,492% bis 6,633%. Thudichum (21) hat gefunden in der trockenen grauen Substanz 10,58% und in der trock. weissen 2,42%. Vogt (22) gibt für das Hundegehirn von 26,46 — 27,02% Lecithin in der trock. Substanz an.

Nach dem Vorschlag von Prof. Thierfelder wollte ich das Lecithin nach der Cholinmenge bestimmen.

Ausgehend von den Arbeiten Goulewitsch's (23, 24, 25) über die Eigenschaften des Cholinplatinates versuchte ich das Cholin quantitativ aus dem alkoholischen Auszug auszufällen. Dabei verseifte ich zuerst den Gehirnbrei mit Barythydrat 1 bis 2 Stunden lang.

Nach diesem Verfahren wurde die Flüssigkeit vom Niederschlag abfiltriert. Das Filtrat sättigte ich jetzt mit der Kohlensäure, um das überschüssige Baryt zu entfernen. Nach Abfiltrieren dieses Niederschlages wurde das Filtrat bis zur Symp.-Konsistenz auf dem dem Wasserbade eingeengt und mit absolutem Alkohol versetzt. Aus dieser alkoholischen Lösung wurde Cholin als Platinsalz $(C_5H_{14}NOCl)_2\ P+Cl_4$ mittelst alkoholischer Platinchloridlösung gefällt. Der Platinniederschlag wurde abfiltriert, im Vacuum und dann im Trockenschrank bei 105° C. getrocknet und gewogen.

Aber das Präparat war sicher unrein, weil es bei 105° C. schon sich zersetzte und der Platingehalt desselben den theoretischen Forderungen nicht entsprach.

So bekam ich 30,64% Pt. statt 31,60% der the-

oretisch berechneten Menge des Platins in Cholinplatinat. Schon nach wenigen Versuchen gelangte man zu dem Schluss, dass diese Methode selbst den bescheidenen Ansprüchen nicht genügt.

Ebenfalls habe ich auch die Methode von Stanek (26) für die Lecithin- resp. Cholinbestimmung angewendet, aber auch damit keinen Erfolg erzielt.

Ob das von Koch (7) angewandte Verfahren bessere und genauere Resultate ergibt, vermag ich nicht zu entscheiden, da ich in analoger Weise keine Versuche anstellte.

Nach annähernden Berechnungen bekam ich für das frische Rindergehirn von 1,167% bis 1,332% Cholinplatinates.

Cholesterinbestimmung.

Kossel, Obermüller und Krüger (28, 29, 30) waren es, die zuerst den Natriumalkoholat als das beste Verseifungsmittel bei der quantitativen Cholesterinbestimmung angegeben haben. Es zeigte sich, dass das Cholesterin sich dabei gar nicht verändert, und dass die Verseifung sehr glatt und schnell vor sich geht. (Obermüller).

Auf diesem Verseifungsprinzip hat später Ritter (31) seine Methode aufgebaut.

Diese Ritter'sche Methode hat bald allgemeine Anerkennung gefunden und ist jetzt in den Lehr- und Handbüchern zitiert. Nach dieser Methode sind auch einige Cholesterinbestimmungen im Gehirn gemacht. So hat z. B. Koch (27) für das frische Menschengehirn 4,86% Cholesterin für weisse und 0,7% für graue Substanz gefunden.

Das Cholesterin ist im Gehirn in freiem Zustande vorhanden. Das wissen wir jetzt ganz genau aus den Arbeiten von Büntz (32) und Tebb (33), die im Gegensatz zu den alten Anschauungen dies festgestellt haben. Auch Frenckel bestätigt das (I, S. 227).

Es wäre hoch interessant, auch die Cholesterinmenge bei verschiedenen Tieren zu vergleichen.

Die genauen Bestimmungen derselben fehlen aber bis jetzt so gut wie vollständig.

Deshalb habe ich versucht, die verschiedenen Gehirne auf Cholesteringehalt auch zu analysieren.

Alle von mir gemachten Cholesterinbestimmungen habe ich nach der erwähnten Ritter'schen Methode ausgeführt.

Letztere beruht darauf, dass man erst die gewonnene in Alkohol gelöste Substanz mit dem Natriumalkoholat auf dem Wasserbade verseift. Man erhitzt die Masse unter beständigem Umrühren, bis der Alkohol entwichen ist. Dann setzt man das ca. 1½fache Gewicht der verwendeten Substanz an Kochsalz zu und soviel Wasser, bis der Inhalt der genommenen Schale sich zum grössten Teil aufgelöst hat.

Nachher erhitzt man die Masse auf dem Wasserbade und trocknet bei ca. 80° C. im Trockenschrank.

Ist die Masse getrocknet, dann pulverisiert man dieselbe und extrahiert mit Aether ca. 9 Stunden lang im Soxleth'schen Apparat. Den so gewonnenen Extrakt reinigt man von Glycerin und Seifen durch folgendes Verfahren: Man entfernt den Aether, löst den Rückstand in heissem Alkohol und fällt das Cho-

lesterin mit Wasser. Glycerin und Seifen werden im Wasser gelöst und so erhält man einen reinen Cholesterinniederschlag.

Nach dem Abfiltrieren sammelt man den Niederschlag vom Filter, trocknet ihn bei 110° C. bis zum Konstantgewicht und die Bestimmung ist somit beendet.

Doch erwies sich bei meinen Versuchen, dass das eben geschilderte Verfahren unzuverlässig und nicht genau ist.

Ich bekam nämlich am Anfange nicht reine Cholesterinkristalle, denn beim Trocknen schwärzte sich die gewonnene Masse.

Ich modifizierte deshalb die Methode insofern, dass ich stärker d. h. länger verseifte.

Erst dann bekam ich ganz reine Cholesterinkristalle; leider war die Ausbeute oft in erstaunlicher Weise klein.

Und trotz eifrigster Bemühungen konnte ich keine auch nur annähernd übereinstimmenden Kontrollanalysen bekommen.

Ich will nicht die ganzen Berechnungen hier näher anführen, — denn meine Cholesterinbestimmungen bedürfen noch weiterer Bearbeitung, — ich möchte nur folgendes bemerken: Aus 70 Analysen, die ich im ganzen gemacht habe, geht doch deutlich hervor, dass die Cholesterinmenge des Gehirns bei verschiedenen Tieren, ebenso wie Phosphor- und Stickstoffmenge konstant zu sein scheint. Wenn ich eine Anzahl meiner Analysen, die ich wegen sehr grosser Abweichungen als ganz missglückt betrachte, ausschliesse,

so ergibt sich als mittlerer Wert der übrigen mehr oder weniger übereinstimmenden Analysen bei verschiedenen Tieren ein Gehalt an Cholesterin von ca. 9,15% des trockenen Rückstandes.

Die Methode, die Salkowsky neuerdings publiziert hat (34), ergab auch keine befriedigenden Resultate bei der Cholesterinbestimmung im Gehirn.

Zusammenfassung.

1. Der Phosphorgehalt des Gehirns ist bei verschiedenen, auch bei phylogenetisch weit von einander stehenden Tieren ziemlich konstant und gleicht ca. 1,6% des trockenen Rückstandes.

2. Der Stickstoffgehalt zeigt grössere Schwankungen, als der Phosphorgehalt; es lässt sich doch eine gewisse Konstanz nachweisen; der mittlere Wert beträgt ca. 8,2% des trockenen Rückstandes.

3. Sowohl der Stickstoff-, wie der Phosphorgehalt ist bei Individuen in jugendlichem Alter höher als bei erwachsenen.

4. Die jetzigen Methoden zur Bestimmung des Lecithins, sowie des Cholesterins bei quantitativer Untersuchung des Gehirns sind unzuverlässig.

Der Cholesteringehalt des Gehirns scheint um ca. 9,0% des trockenen Rückstandes zu liegen. Ueber das Lecithin kann ich keine Zahlen angeben.

Am Schluss ist es mir eine besonders angenehme Pflicht, Herrn Prof. Dr. Thierfelder für sein stets wohlwollendes Entgegenkommen und die Unterstützung während der Ausführung meiner Arbeit innigst zu danken.

Literatur-Verzeichnis.

1. S. Frenkel. „Gehirnchemie", Ergebnisse der Physiologie 1909. S. 212—253.
2. O. Hammarsten. Lehrbuch der physiologischen Chemie. 7. Aufl. 1910.
3. Baumstark. Zeitschrift f. phys. Chemie. Bd. 9 S. 210.
4. Bunge. Lehrbuch der Physiologie des Menschen. Bd. I. 2. Aufl. 1905.
5. Ramony Cayal. Studien über die Hirnrinde zitiert nach Mott: Vorlesungen aus der allgemeinen Pathologie des Nervensystems 1902.
6. v. Bibra. Vergleichende Untersuchung über die Gehirne des Menschen und der Wirbeltiere. Mannheim 1854.
7. Kossel. Zeitschrift f. path. Chemie. Bd. 7 S. 7. 1882.
8. Petrowsky. Pflügers Archiv. Bd. 7 S. 367. 1887.
9. Gutnikow. Phosphorgehalt des Menschengehirns (russisch).
10. Moraczewsky. Zeitschrift f. phys. Chemie. Bd. 23 S. 483. 1893.
11. Neumann. Zeitschrift f. phys. Chemie. Bd. 37 S. 115. 1902.
12. Derselbe. Zeitschrift f. phys. Chemie. Bd. 43 S. 32. 1904.
13. Gregersen. Zeitschrift f. phys. Chemie. Bd. 53 S. 453. 1907.
14. Kohn. Deutsche med. Wochenschrift 1907. S. 1987.
15. Fleischer. Russischer Arzt 1908. S. 397 (russisch).
16. Jacksch. Zeitschrift f. Heilkunde. Bd. 17 S. 469. 1896.
17. Schulz. Pflügers Archiv. Bd. 66 S. 145.
18. Weigert. Monatsschrift f. Kinderheilkunde. Bd. 5 S. 457.
19. Hoppe-Seyler und Thierfelder. Handbuch der phys. und pathol. chemischen Analyse. 8. Aufl. 1909.
20. Raske. Zeitschrift f. phys. Chemie. Bd. 10 S. 340. 1886.
21. Thudichum. Die chemische Zusammensetzung des Gehirns. Tübingen 1901.
22. C. Vogt. Zeitschrift f. Biologie. Bd. 30 S. 510. 1894.
23. Goulewitsch. Zeitschrift f. phys. Chemie. Bd. 24 S. 514.
24. Derselbe. Zeitschrift f. physiol. Chemie. Bd. 27 S. 50.

25. Goulewitsch. „Über Cholin und Neurin“ Moskau 1896 (russisch).
26. Stanek. Zeitschrift f. phys. Chemie. Bd. 46 S. 280.
27. Koch. Amer. Journ. of Physiol. 12. zitiert nach Maly Tier-Chemie. Bd. 34.
28. Kossel und Obermüller. Zeitschrift f. phys. Chemie. Bd. 14
29. Kossel und Krüger. Zeitschrift f. phys. Chemie. Bd. 15 S. 321. 1891.
30. Obermüller. Zeitschrift f. phys. Chemie. Bd. 16 S. 143.
31. Ritter. Zeitschrift f. phys. Chemie. Bd. 34 S. 430.
32. Büntz. Zeitschrift f. phys. Chemie. Bd. 46 S. 47.
33. Tebb. Journ. of Physio. Bd. 34.
34. Salkowsky. Zeitschrift f. phys. Chemie. Bd. 57. 1908.

Lebenslauf.

Ich, Michael Kutanin, orthodoxer Konfession, bin als Sohn Wirklichen Staatsrates Paul Kutanin 8. Juni 1883 zu Wladimir geboren. Nach Absolvierung des klassischen Gymnasiums in Moskau habe ich mich im Jahre 1902 bei der physikalisch-mathematischen Fakultät der Moskauer Universität immatrikuliert und dieselbe im Jahre 1907 als Kandidat der Naturwissenschaften beendet. Im Herbst 1905 bin ich als Student der Medizin bei der Universität zu Berlin immatrikuliert. Im Laufe meiner naturwissenschaftlichen und medizinischen Studien habe ich die Vorlesungen folgender Professoren gehört:

I. Moskau. Golenkin, Gorojankin, Karusin, Kraschenin-nikoff, Liszt, Mensbir, Morochowetz, Pawlow, Sabanejew, Selinsky, Sograf, Sokoloff, Tschugajeff, Wernadsky.

II. Berlin. Abelsdorf, Blumenthal, Boruttau, Bumm, Engelmann, Ewald, Flügge, Hertwig, Heubner, Hildebrand, His, Jakobsohn, Jolly, Kraus, Landau, Lewandowsky, Lewin, Lesser, v. Michel, Neuberg, Nicolai, Orth, Passow, Rosin, Rothmann, Schäfer, Schmieden, Thierfelder, Waldeyer, Wassermann, Weber, Ziehen.

Allen diesen Herren, meinen hochverehrten Lehrern spreche ich meinen Dank aus.